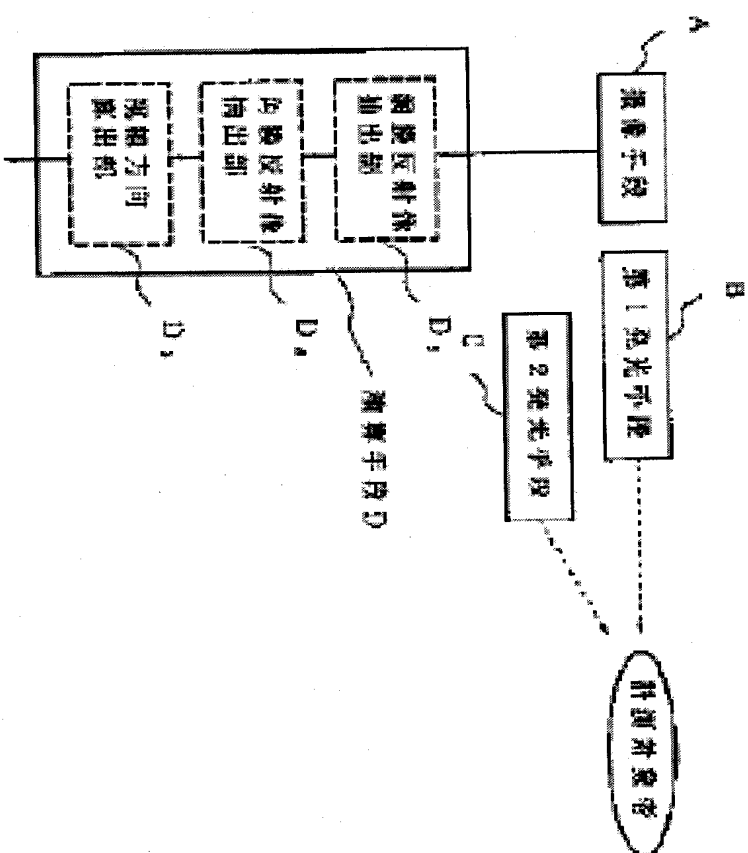


PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a line-of-sight measuring instrument by which the eyeball feature of a measurement object person is correctly and surely extracted by an image processing and a line-of-sight direction is measured with high precision. **SOLUTION:** A first light emitting means B emits light towards the eyeball part of the measurement object person on the optical axis of an image pickup means A. The second light emitting means C for emitting light brighter than that of the first emitting means B in the vicinity of the eyeball part emits light towards the eyeball part at a position which is deviated from the optical axis of the image pickup means A. The first light emitting means B and the second light emitting means C alternately emit light so as to image-pick-up the eyeball part by the image pickup means A. An arithmetic means D calculates difference picture between the two images, extracts a retina reflection image and a cornea reflection image from the difference image and obtains the line of sight direction of the measurement object person.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-251539

(43) 公開日 平成9年(1997)9月22日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 T 7/00			G 0 6 F 15/70	4 5 5 B
G 0 6 F 3/033	3 1 0		3/033	3 1 0 A
G 0 6 T 1/00			15/62	3 8 0

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平8-61259

(22) 出願日 平成8年(1996)3月18日

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 斎藤 浩

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産

自動車株式会社内

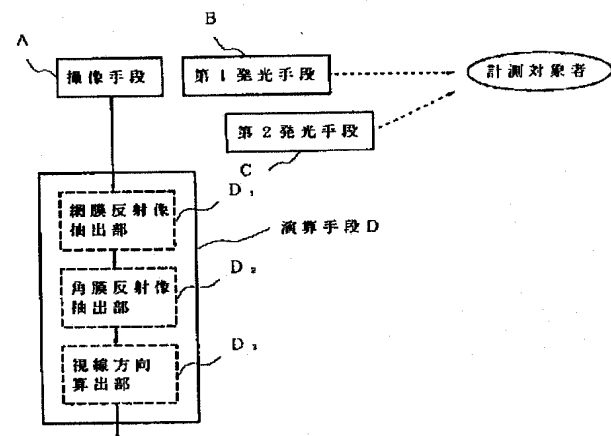
(74) 代理人 弁理士 笹島 富二雄

(54) 【発明の名称】 視線計測装置

(57) 【要約】

【課題】画像処理により計測対象者の眼球特徴を正確かつ確実に抽出して高い精度で視線方向を計測できる視線計測装置を提供する。

【解決手段】第1発光手段Bは撮像手段Aの光軸上で計測対象者の眼球部に向けて発光し、また、眼球部付近を第1発光手段Bよりも明るく照射する第2発光手段Cが撮像手段Aの光軸からずれた位置で眼球部に向けて発光する。第1発光手段Bと第2発光手段Cとを交互に発光させて撮像手段Aで眼球部を撮像した第1画像と第2画像を用いて、演算手段Dで2つの画像の差分画像を算出し、その差分画像より網膜反射像及び角膜反射像を抽出して計測対象者の視線方向を求める。



【特許請求の範囲】

【請求項1】撮像手段によって撮像された計測対象者の眼球部の画像を処理して視線方向を計測する視線計測装置において、前記眼球部に向けて発光し、前記撮像手段の光軸上に設けられた第1発光手段と、前記眼球部に向けて発光し、前記撮像手段の光軸からずれた位置に設けられ、且つ、前記眼球部付近を前記第1発光手段よりも明るく照射する第2発光手段と、前記第1発光手段だけが発光した時に前記撮像手段で撮像された第1画像と前記第2発光手段だけが発光した時に前記撮像手段で撮像された第2画像との差分画像を算出し、該差分画像より抽出した眼球特徴に基づいて前記計測対象者の視線方向を求める演算手段とを備えて構成されたことを特徴とする視線計測装置。

【請求項2】前記第2発光手段は、輝度が前記第1発光手段の輝度より高く、且つ、前記眼球部までの距離が前記第1発光手段から前記眼球部までの距離に略等しいことを特徴とする請求項1に記載の視線計測装置。

【請求項3】前記第2発光手段は、輝度が前記第1発光手段の輝度に略等しく、且つ、前記眼球部までの距離が前記第1発光手段から前記眼球部までの距離より短いことを特徴とする請求項1に記載の視線計測装置。

【請求項4】前記演算手段が、前記差分画像より網膜反射像を抽出する網膜反射像抽出部と、前記差分画像より角膜反射像を抽出する角膜反射像抽出部と、抽出された前記網膜反射像及び前記角膜反射像に基づいて前記計測対象者の視線方向を算出する視線方向算出部とを備えて構成されることを特徴とする請求項1～3のいずれか1つに記載の視線計測装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、計測対象者の画像を処理して視線方向を計測する視線計測装置に関する。

【0002】

【従来の技術】一般的に、機器（例えば車両に搭載されるナビゲーション装置、ラジオ、エアコンなど）の情報入力手段として用いられるものには、例えば、機械式スイッチや電気式スイッチ、電子式スイッチあるいは音声認識を利用したスイッチなどが知られている。これらのスイッチを情報入力手段に用いた機器にあっては、次のような問題があった。

【0003】複雑な入力操作を行う場合、一連の動作（スイッチ位置の確認、操作、及び動作状況の確認等）を何回も繰り返すことになり、操作が煩雑である。操作者の手の届く所にスイッチを配置しなければならないため、機器のデザインに制約が生じる。昨今の機器ではリモコンによる遠隔操作が一般的になっているが、例えば車載機器の場合、リモコンを置く適当な場所が車内に乏しい。

【0004】音声認識を利用したスイッチの場合、多く

の操作を行う時などに指令語の忘却や錯誤が発生する虞がある。また操作者によっては発声を嫌う場合もある。更に音声によるスイッチ操作中は、言葉によるコミュニケーションが阻害される。これらの問題を解決する手段として、情報入力手段に視線を用いることが有効である。なぜならば、上述した従来の情報入力手段におけるスイッチ操作には、スイッチ位置の確認やスイッチ動作状況の確認といった視覚に関わる作業が必ずといってよいほど発生する。従って、視線のみで情報の伝達（入力）を行うことができれば、操作者の意図を手などの操作や音声を使うことなしに機器の動作制御などに伝達可能であり、複雑な操作やデザイン上の制約が軽減できるためである。また、視線を利用すれば、1つの情報入力に対して、1つの注視領域や1つの視線移動が対応付けられるため、指令語の忘却・錯誤といった問題を解決できる。更に、視線を利用すれば、言葉によるコミュニケーションを阻害することもない。

【0005】視線を情報入力手段として利用した従来の技術には、例えば、1眼レフカメラやビデオカメラなどにおいて、操作者（計測対象者）の視線方向を計測し、計測された視線方向に応じて機器の制御を行うものが実用化されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、視線を情報入力手段として使うためには、一般に、視線方向の計測に高い精度が要求される。特に、車載装置に適用する場合など操作者に非接触で視線を測る必要がある時には、例えば、カメラ等で操作者の顔の2次元画像を捉え、眼球像を抽出して視線方向を特定することが行われる。この場合、視線方向を算出するのに必要な眼球特徴（角膜反射像や網膜反射像など）をいかに正確に抽出するかが課題となる。特に、瞳孔部を画像より抽出する時には、瞳孔部と周囲の瞼等との輝度にあまり差がないため瞳孔部の抽出が難しかった。

【0007】本発明は上記の点に着目してなされたもので、計測対象者の眼球特徴を正確かつ確実に抽出して高い精度で視線方向を計測できる視線計測装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】このため本発明のうちの請求項1に記載の発明では、図1の実線に示すように、撮像手段Aによって撮像された計測対象者の眼球部の画像を処理して視線方向を計測する視線計測装置において、前記眼球部に向けて発光し、前記撮像手段Aの光軸上に設けられた第1発光手段Bと、前記眼球部に向けて発光し、前記撮像手段Aの光軸からずれた位置に設けられ、且つ、前記眼球部付近を前記第1発光手段Bよりも明るく照射する第2発光手段Cと、前記第1発光手段Bだけが発光した時に前記撮像手段Aで撮像された第1画像と前記第2発光手段Cだけが発光した時に前記撮像手

段Aで撮像された第2画像との差分画像を算出し、該差分画像より抽出した眼球特徴に基づいて前記計測対象者の視線方向を求める演算手段Dとを備えて構成されたことを特徴とする。かかる構成によれば、第1発光手段Bが発光すると、該光の網膜での反射光が撮像手段Aに入射して瞳孔部が他の部分より明るく写された網膜反射像を含む第1画像が得られる。一方、第2発光手段Cが発光すると、該光の網膜での反射光が撮像手段Aに入射しないため瞳孔部が他の部分より暗く写された第2画像が得られる。また、第2発光手段Cは眼球部付近を第1発光手段Bよりも明るく照射するため、第2画像の瞳孔部を除く他の部分は第1画像の同一部分より明るい画像となる。この第1画像及び第2画像を用いて、演算手段Dでは、差分画像を算出して眼球特徴を抽出し、その眼球特徴に基づいて計測対象者の視線方向が求められる。

【0009】請求項2に記載の発明では、請求項1に記載の発明における前記第2発光手段Cの具体的な構成として、輝度が前記第1発光手段Bの輝度より高く、且つ、前記眼球部までの距離が前記第1発光手段Bから前記眼球部までの距離に略等しいことを特徴とする。請求項3に記載の発明では、請求項1に記載の発明における前記第2発光手段Cの他の具体的な構成として、輝度が前記第1発光手段Bの輝度に略等しく、且つ、前記眼球部までの距離が前記第1発光手段Bから前記眼球部までの距離より短いことを特徴とする。

【0010】かかる構成によれば、第2発光手段Cが発光した時の眼球付近の照度が、第1発光手段Bが発光した時の眼球付近の照度よりも高くなる。請求項4に記載の発明では、請求項1～3のいずれか1つに記載の発明において、図1の破線に示すように、前記演算手段Dが、前記差分画像より網膜反射像を抽出する網膜反射像抽出部D₁と、前記差分画像より角膜反射像を抽出する角膜反射像抽出部D₂と、抽出された前記網膜反射像及び前記角膜反射像に基づいて前記計測対象者の視線方向を算出する視線方向算出部D₃とを備えて構成されることを特徴とする。

【0011】かかる構成によれば、演算手段Dにおいて、算出された差分画像より網膜反射像及び角膜反射像が抽出され、その網膜反射像及び角膜反射像に基づいて計測対象者の視線方向が算出される。

【0012】

【発明の効果】このように本発明によれば、請求項1～3のいずれか1つに記載の発明は、第1発光手段を撮像手段の光軸上に配置し、第2発光手段を撮像手段の光軸からずれた位置に配置し、第2発光手段が第1発光手段よりも計測対象者の眼球部付近を明るく照射するようにし、第1発光手段及び第2発光手段がそれぞれ発光した時に得られた画像より差分画像を求めることによって、差分画像中の眼球特徴が明確に表され、差分演算時に発生する可能性のあるノイズが低減される。従って、差分

画像から眼球特徴を正確かつ確実に抽出することができ視線計測の精度を向上させることが可能である。また、差分画像のノイズが減少するので眼球特徴を抽出するときの演算量が減少して視線計測速度の高速化を図ることができる。

【0013】また、請求項4に記載の発明は、演算手段において眼球特徴として網膜反射像及び角膜反射像を差分画像より抽出して視線方向を求める場合であっても、従来抽出が難しかった網膜反射像が正確かつ確実に抽出できるため、高い精度で視線計測を行うことが可能である。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面に基いて説明する。ここでは、例えば、車両に搭載されるナビゲーション装置の入力手段として本実施形態の視線計測装置を適用し、運転者の視線方向によって目的地設定などの入力操作を可能にした場合について説明する。

【0015】図2は、第1実施形態の全体構成を示す図である。図2において、本装置は、計測対象者となる運転者dの視線を計測し、その視線方向に応じて装置を制御する信号を発生する視線計測部1と、ナビゲーション地図などを表示するナビゲーション表示部3とを備えて構成される。視線計測部1は、運転者dの顔面領域の画像を入力する、例えば、CCDカメラ等を用いた撮像手段Aとしての画像入力部13と、画像入力部13の光軸上で共軸系をなすように配置された、例えば、近赤外LED等の不可視光を発する第1発光手段Bとしての第1照明11と、第1照明11より高輝度で発光し、画像入力部13の光軸からずれた位置で且つ運転者dまでの距離が第1照明11から運転者dまでの距離と略等しい位置に配置された第2発光手段Cとしての第2照明12と、第1照明11及び第2照明12の発光を制御する照明発光制御部16と、画像入力部13からの画像信号をデジタルデータに変換するA/D変換器14と、A/D変換された画像データを保存する画像メモリ15と、視線入力開始を合図する視線入力開始スイッチ17と、校正開始を合図する校正開始スイッチ18と、視線入力開始スイッチ17や校正開始スイッチ18の出力に従って画像データを処理して視線方向や校正データを求め装置を制御する信号を生成する演算手段Dとしてのマイクロコンピュータ20と、マイクロコンピュータ20の演算結果を記憶するメモリ19とで構成される。

【0016】ナビゲーション表示部3は、ナビゲーション地図などを表示するナビゲーション表示画面31と、視線計測部1のマイクロコンピュータ20から出力される制御信号によりナビゲーション表示画面31の地図等の表示を制御するナビゲーション地図制御部32とで構成される。図3は、本装置の車載状態を示す図である。

【0017】図3のように、運転者dが目視可能な位置、例えば、ステアリングの脇でウインドシールド下方

の位置にナビゲーション表示画面31が設置される。そのナビゲーション表示画面31の近傍には、視線入力開始スイッチ17及び校正開始スイッチ18が配置され、また、ナビゲーション表示画面31の下方には、画像入力部13及び照明11が共軸系に配置され、その共軸からずれた位置に照明12が配置される。

【0018】マイクロコンピュータ20は、図4の機能ブロック図に示すように、画像メモリ15に保存された画像データに基づいて運転者dの、例えば、網膜反射像や角膜反射像などの眼球特徴を抽出する網膜反射像抽出部21及び角膜反射像抽出部22と、抽出した眼球特徴から運転者dの注視位置（視線方向）を算出する視線方向算出部D₃としてのパラメータ算出部23及び注視位置算出部24と、算出した注視位置より運転者dがナビゲーション表示画面31の予め定めた所定位置を注視しているか否かや注視の継続状態を判断して表示画面制御部32を制御する信号を生成する注視判定部25とを備える。また、視線計測に先立って行われる後述する校正作業のため、校正用視標をナビゲーション表示画面31の所定位置に表示させる制御信号を表示制御部32に出力する校正用視標制御部26と、校正用視標が表示された時の画像データを基に校正データを算出してメモリ19に記憶させる校正データ算出部27とを有し、更に、視線入力開始スイッチ17及び校正開始スイッチ18の出力に応じて照明発光制御部16やA/D変換器14などを制御する全体制御部28を備える。

【0019】次に、第1実施形態の動作を説明する。ここでは、車載したナビゲーション装置の目的地設定を行う場合について考える。尚、ナビゲーション装置の目的地設定は、複雑な操作を伴うため、従来より車両停止中にしか行えない構成となっており、本実施形態においても車両停止時のみ動作する構成とした。まず、視線計測部1の校正動作を図5のフローチャートに従って説明する。

【0020】運転者dの視線方向を計測するには、運転者dの個人差などによる計測誤差を補正する校正作業が必要となる。このため、図5のステップ101（図中S101で示し、以下同様とする）では、ナビゲーション装置を起動する際に、運転者dがナビゲーション表示画面31の近傍に設けられた校正開始スイッチ18を手などで押して校正が開始される。

【0021】ステップ102では、校正開始スイッチ18からの校正開始を合図する出力がマイクロコンピュータ20の全体制御部28に入力される。全体制御部28は、校正開始を示す信号を校正用視標制御部26に送り、校正用視標制御部26はナビゲーション表示画面31上に校正用視標を表示させる信号を表示画面制御部32に出力する。校正用視標は、例えば、図6（a）に示すように、ナビゲーション表示画面31上の所定の位置に表示され、その表示位置が順次移動する。図6（b）には、校正用視標の配置及び表示順序（図中の括弧付き数字の順）の一例を示

す。運転者dは、校正用視標が表示される間、校正用視標を注視し続ける。

【0022】ステップ103では、全体制御部28より、照明11を点灯させ照明12を消灯させる信号が照明発光制御部16に出力され、照明発光制御部16により照明11及び照明12の発光状態が制御される。ステップ104では、画像入力部13において照明11が点灯し照明12が消灯したときの運転者dの眼球を含む第1画像としての顔画像が撮像される。この画像は、全体制御部28からの信号により各照明の発光に応じて制御されるA/D変換器14でデジタルデータに変換された後、画像メモリ15に保存される。ここでは、照明11が点灯し照明12が消灯したときのデジタルデータを画像データG1とする。

【0023】ステップ105では、全体制御部28より、照明11を消灯させ照明12を点灯させる信号が照明発光制御部16に出力され、照明発光制御部16により照明11及び照明12の発光状態が制御される。ステップ106では、ステップ104と同様に、画像入力部13において運転者dの眼球を含む第2画像としての顔画像が撮像され、A/D変換器14でデジタルデータに変換された後、画像メモリ15に保存される。ここでは、照明11が消灯し照明12が点灯したときのデジタルデータを画像データG2とする。

【0024】ここで、画像データG1、画像データG2の差異について説明する。画像データG1では、照明11が点灯、即ち、画像入力部13の光軸上から眼球に光が照射されるため、角膜で反射した光による角膜反射像（高輝度の小さなスポット）と、瞳孔を通過した光が網膜で乱反射して再び瞳孔を通過して出て来る光による網膜反射像（角膜反射像よりも低輝度の大きなスポットで瞳孔部と略一致）とが眼球像中に得られる。一方、画像データG2では、照明12が点灯、即ち、画像入力部13の光軸からずれた位置から眼球に光が照射されるため、角膜反射像については画像データG1と同様に得られるが網膜反射像は得られず、画像データG1とは逆に瞳孔部が周囲よりも暗く写る。また、照明11より照明12を高輝度で発光させたため、それぞれの画像データ中の同一部分（ただし、瞳孔部を除く）の明るさを比較すると画像データG2の方が明るく写る。この様子について、図7（a）に画像データG1、図7（b）に画像データG2を示す。ただし、図では網膜反射像の差異を明確にするために角膜反射像が省略されている。

【0025】ステップ107では、マイクロコンピュータ20の網膜反射像抽出部21において、画像メモリ15に保存された画像データG1、G2がそれぞれ読み込まれ、画像データG1と画像データG2について同一部分の輝度値の差分演算（輝度値〔画像データG1〕－輝度値〔画像データG2〕）を行って差分画像G3が生成される。ただし、差分演算結果が負となった場合には、その部分の差分値を0とする。図7（c）には、図7（a）、

(b) に示した画像データから得られた差分画像G3を示す。図7(C)のように、差分画像G3は、画像データG1の瞳孔部が画像データG2の瞳孔部より明るいいため瞳孔部が強調されたものとなる。また、瞳孔部以外の部分、例えば、肌の部分などは差分値が負になる。従って、差分画像G3では瞳孔部以外の殆どの部分の差分値が0となり、差分演算時にノイズが発生しても、そのノイズの多くは差分値が0とされるためノイズの影響が低減され、瞳孔部が明確に現れる。

【0026】ステップ108では、ステップ107で演算された差分画像G3が予め設定した所定の閾値で2値化される。ステップ109では、ステップ108で2値化した結果について、値の等しい部分を1つの領域とするラベリング処理がなされ、各領域に番号付けが行われる。ステップ110,111では、ラベリング処理の結果得られた各領域の面積及び形状に基づいて網膜反射像の識別が行われる。例えば、運転者dが眼鏡をかけている場合には、ステップ107で得た差分画像G3の中に、図示されていないが眼鏡レンズ反射像や眼鏡フレーム反射像が含まれる。これらの像は、一般に形状及び面積が不定である。一方、網膜反射像は、予め予想される面積の円、若しくは楕円として観測される。従って、網膜反射像と眼鏡レンズ反射像などとは面積、形状による識別が可能である。尚、眼鏡レンズ反射像は、網膜反射像と同様に円形の領域として観測されるが、例えば、画像入力部13に用いるレンズの絞りを絞ることによって、網膜反射像の面積より眼鏡レンズ反射像の面積が小さくなるようにしておけば、面積により両者を識別することができる。

【0027】そこで、ステップ110では、各領域の面積が、予め設定した閾値S1, S2 (S1<S2)の範囲内にあるか否かの判別を行う。即ち、各領域の面積をR_i (iは各領域の番号)として、次の関係を満たす領域のみを抜き出す。

$$S1 < R_i < S2 \quad \dots (1)$$

ここで、閾値S1, S2は、例えば、画像入力部13の撮像倍率から推定した、予想される瞳孔径(直径2~8mm程度の瞳孔が、面積何画素の領域として観測されるか)に設定される。

【0028】ステップ111では、上記(1)式の関係を満たす領域について、それぞれの領域に外接する長方形の面積に対する当該領域の面積の比率Fを計算する。上述したように網膜反射像は、円または楕円の形状として観測されるため、比率Fがある一定値(F_{th}とする)以上となる。これに対して、例えば、眼鏡フレーム反射像は、フレームに沿った細長い形状の領域になるため、仮

$$X = a_x \delta x + b_x, \quad Y = a_y \delta y + b_y \quad \dots (2)$$

従って、校正用視標の位置(X_i, Y_i)及びその校正用視標について算出されたパラメータ δx_i , δy_i より、例えば最小2乗法を用いて上式の各定数 a_x , b_x , a_y , b_y を決定して、パラメータ δx , δy を

に網膜反射像と同等の面積を有していても比率Fが小さくなる。従って、各領域について求めた比率Fと一定値F_{th}との大小関係を判別することによって、網膜反射像を識別することが可能である。比率Fが一定値F_{th}以上である領域を網膜反射像に決定する。

【0029】ステップ112では、角膜反射像抽出部22において角膜反射像の位置が決定される。角膜反射像の抽出には、まずステップ111で抽出した網膜反射像の重心位置の画像上の座標(x_g, y_g)を求める。そして、ステップ107で得た差分画像G3上で、網膜反射像の重心位置(x_g, y_g)を中心とし、網膜反射像を包含する小領域Aを設定する。更に、その小領域A内で最大輝度を有する点を求め角膜反射像とし、その点の座標を(P_x, P_y)とする。

【0030】ステップ113では、パラメータ算出部23において、網膜反射像の重心位置、即ち、瞳孔重心(x_g, y_g)と角膜反射像の座標(P_x, P_y)とから、2つのパラメータ $\delta x = x_g - P_x$, $\delta y = y_g - P_y$ を求める。このようにして、同一位置の校正用視標について、パラメータ δx , δy が所定の回数(N回とする)求められるまで上記ステップ103~ステップ112の動作が繰り返される。N回求められるとステップ114に進む。

【0031】ステップ114では、得られたN個のパラメータ δx , δy をそれぞれ平均化し、その時の校正用視標iに対するパラメータ δx_i , δy_i としてメモリ19に記憶される。上記のようにして、全ての校正用視標i(例えば、図6(b)に示す1~10の視標)についてパラメータ δx_i , δy_i が算出されるまで、上記ステップ102~ステップ114の動作が繰り返された後、ステップ115に進む。

【0032】ステップ115では、校正データ算出部27において、パラメータ δx_i , δy_i を画像上の視標位置に変換する変換式が算出される。この変換式は、メモリ19に記憶された校正用視標iの位置(X_i, Y_i)とその校正用視標について算出されたパラメータ δx_i , δy_i との関係より求められる。ここでは例えば、メモリ19に記憶されたパラメータ δx_i , δy_i のうちで、水平方向について算出されたパラメータ δx_i のグループと、垂直方向について算出されたパラメータ δy_i のグループとの各々について変換式を算出する。一般に、視線の偏角が小さい領域においては、水平方向のパラメータ δx と視標位置X、垂直方向のパラメータ δy と視標位置Yが次の1次式(2)で表すことができる。

【0033】

$$X = a_x \delta x + b_x, \quad Y = a_y \delta y + b_y \quad \dots (2)$$

視標位置に変換する変換式が求められる。この変換式の各定数は、校正データとしてメモリ19に記憶される。

【0034】上述のステップ101~ステップ115の動作により校正作業が完了する。尚、この校正作業は、運転

者dが同一であれば本装置を起動する度に毎回行う必要はなく、運転者dが代わる際に1回行えばよい。得られた校正データを運転者d毎に保存しておけば、後で保存した校正データを再利用することも可能である。次に、ナビゲーション装置に目的地を設定する入力動作を図8のフローチャートに従って説明する。

【0035】ナビゲーション装置の目的地設定が必要になると、図8のステップ201において、運転者dはナビゲーション表示画面31の近傍に設けられた視線入力開始スイッチ17を手などで押して校正が開始される。ステップ202では、ステップ201で視線入力の開始が合図されると、運転者dの視線方向を計測するためパラメータ δx 、 δy が算出される。パラメータ δx 、 δy の算出動作は、上述のステップ103～ステップ113の動作と同様であるのでここでの説明を省略する。

【0036】ステップ203では、注視位置算出部24において、ステップ202で算出されたパラメータ δx 、 δy に応じて運転者dがナビゲーション表示画面上のどの位置を注視しているかが求められる。この注視位置の算出は、メモリ19に記憶された校正データを用い(2)式に従って、パラメータ δx 、 δy をナビゲーション表示画面上の位置座標に変換して求められる。算出された注視位置を示す信号が表示画面制御部32に出力されて、ナビゲーション表示画面31に、例えば、図9に示すようなポインタカーソルpが表示され目的地入力を受け入れる状態となる。ナビゲーション表示画面31には、ポインタカーソルpの他にナビゲーション地図、その地図を移動させるためのスクロールマーク $m_1 \sim m_4$ 、及び地図のスケールを変更するための広域表示マーク m_5 、詳細表示マーク m_6 が表示される。

【0037】このステップ202, 203の動作は、視線入力操作の間随時繰り返され、運転者dの視線方向の移動に追従してポインタカーソルpが移動する。ステップ204では、ナビゲーション表示画面31内に目的地を表示させる。この目的地を表示させる動作の一例を図10を用いて説明する。まず、ナビゲーション地図のスケールを変更して広域を表示させるため、図10のステップ301で、運転者dが広域表示マーク m_5 を注視する。注視位置の移動に伴ってポインタカーソルpも広域表示マーク m_5 上に移動する。このときのナビゲーション表示画面31を図11(a)に示す。

【0038】ステップ302では、ポインタカーソルpが広域表示マーク m_5 上に移動したことを運転者dが確認した後、広域表示マーク m_5 の選択が確定される。この選択確定動作は、例えば、運転者dが広域表示マーク m_5 を注視した後、暫くの間(300 msec程度)目を閉じることにより行われる。目を閉じたことの判定は、注視判定部25において行われる。注視判定部25では、例えば、1回の注視位置算出に100 msecを要するとしたとき、3回連続して網膜反射像が検出されなかったことによって

目を閉じたことが判定される。通常の瞬きは約100 msecで完了するため、不用意な瞬きによって誤った選択確定が起こる危険性はない。

【0039】ステップ303では、注視判定部25から広域表示マーク m_5 の選択確定を示す信号が表示画面制御部32に出力され、ナビゲーション地図のスケールが1ステップ縮小され広域の地図が表示される。このときのナビゲーション表示画面31を図11(b)に示す。このステップ302, 303の動作を必要に応じて繰り返し、ナビゲーション表示画面31内に目的地を表示させる。

【0040】次に、目的地付近をナビゲーション表示画面31の中央に表示させるため、ナビゲーション地図をスクロールする。このため、ステップ304では、運転者dが例えばスクロールマーク m_3 を注視する。注視位置の移動によりポインタカーソルpがスクロールマーク m_3 上に移動する。ステップ305では、ステップ302と同様にしてスクロールマーク m_3 の選択が確定される。

【0041】ステップ306では、注視判定部25からスクロールマーク m_3 の選択確定を示す信号が表示画面制御部32に出力され、ナビゲーション地図が1ステップ右方向にスクロールされる。このときのナビゲーション表示画面31を図11(c)に示す。その他の方向についても上記ステップ304～ステップ306と同様にしてナビゲーション地図をスクロールして目的地付近をナビゲーション表示画面31の中央に表示させる。

【0042】目的地付近が画面中央に表示されたら、ナビゲーション地図のスケールを拡大して目的地を画面に詳細表示させる。このためにステップ307では、運転者dが詳細表示マーク m_6 を注視する。注視位置の移動によりポインタカーソルpが詳細表示マーク m_6 上に移動する。ステップ308では、ステップ302と同様にして詳細表示マーク m_6 の選択が確定される。

【0043】ステップ309では、注視判定部25から詳細表示マーク m_6 の選択確定を示す信号が表示画面制御部32に出力され、ナビゲーション地図のスケールが1ステップ拡大され詳細な地図が表示される。このときのナビゲーション表示画面31を図11(d)に示す。このようにステップ301～ステップ309の動作によって、ナビゲーション表示画面31内に目的地が詳細に表示され、図8のステップ205に移る。

【0044】ステップ205では、目的地が確定される。目的地の確定は、ナビゲーション表示画面31に表示された設定したい目的地を運転者dが注視し、ポインタカーソルpが目的地上に表示されたとき、ステップ302の動作と同様に、約300 msecの閉眼によって目的地の選択を確定する。このときのナビゲーション表示画面31を図11(e)に示す。

【0045】ステップ206では、目的地が確定されると、表示画面制御部32において現在位置から目的地までの最適経路が算出されてナビゲーション地図上に設定さ

れる。ステップ207では、ナビゲーション表示画面31の表示が、現在位置の表示に戻り、目的地に向けたナビゲーションが開始される。上述したように、第1実施形態によれば、画像入力部13の光軸上に配置され明るい網膜反射像を発生させる照明11の輝度よりも、画像入力部13の光軸からずらして配置され瞳孔部を暗く写す照明12の輝度を高くすることによって、それぞれの照明を交互に点灯させて得られた2つの画像より差分画像G3を求めることにより、眼球特徴が明確に表され、また差分演算時に発生する可能性のあるノイズが低減されるため、特に、網膜反射像を正確かつ確実に抽出することができ、視線計測の精度を向上させることが可能である。また、差分画像G3のノイズが減少するので、多くの処理時間を要するラベリング処理を高速に実行することができ、視線計測速度の高速化を図ることができる。これにより、操作性の優れた情報入力手段としての視線計測部1を備えたナビゲーション装置が実現される。

【0046】次に、本発明の第2実施形態を説明する。図11は、第2実施形態の全体構成を示す図である。ただし、第1実施形態の構成と同一の部分には同一符号を付してある。図11において、第2実施形態の構成が第1実施形態の構成と異なる部分は、第1実施形態で用いた照明12に代えて、照明12'を用いた点である。その他の構成は、第1実施形態の構成と同一であるためここでは説明を省略する。

【0047】照明12'は、照明11と同じのもの、即ち、照明11及び照明12'の輝度が略等しいものが使用され、画像入力部13の光軸からずれた位置に照明11よりも運転者dに近づけて配置される。この配置は、例えば、運転者dから照明11までの距離 d_1 が80cmであるのに対して、運転者dから照明12'までの距離 d_2 を50cm等としたものである。

【0048】上記の構成によれば、同じ輝度の2つの照明11,12'について、画像入力部13と共軸系に配置される照明11に対して、画像入力部13の光軸からずらして配置される照明12'を運転者dに近づけて設置したことにより、第1実施形態の作用と同様に、照明11を点灯させたときの画像データG1に対して、照明12'を点灯させたときの画像データG2'の同一部分（ただし、瞳孔部を除く）が明るくなる。尚、一連の視線計測動作や視線入力動作は、第1実施形態の動作と同様であるため説明を省略する。

【0049】このように、第2実施形態においても、第1実施形態と同様の効果を得ることができ、視線計測の精度の向上及び視線計測速度の高速化を図ることができる。尚、第1、2実施形態における照明11,12,12'の照

射エリアは、それぞれ運転者dの顔部分が多少移動しても視線計測が可能なエリアを包含する必要があることは言うまでもない。

【0050】また、上述の実施形態では、ナビゲーション装置の入力手段として視線計測装置を適用した場合について説明したが、本発明はこれに限られるものではなく、ラジオ、エアコン等他の車載装置、更には、マンマシン・インターフェースを要する種々の装置に応用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のクレーム対応図

【図2】本発明の第1実施形態の全体構成を示す図

【図3】同上第1実施形態の車載状態を示す図

【図4】同上第1実施形態のマイクロコンピュータの機能ブロック図

【図5】同上第1実施形態の校正動作を示すフローチャート

【図6】同上第1実施形態の校正用視標を説明する図

【図7】同上第1実施形態の画像データ及び差分画像を示す図

【図8】同上第1実施形態の目的地設定動作を示すフローチャート

【図9】同上第1実施形態のナビゲーション表示画面を示す図

【図10】同上第1実施形態の目的地表示動作を示すフローチャート

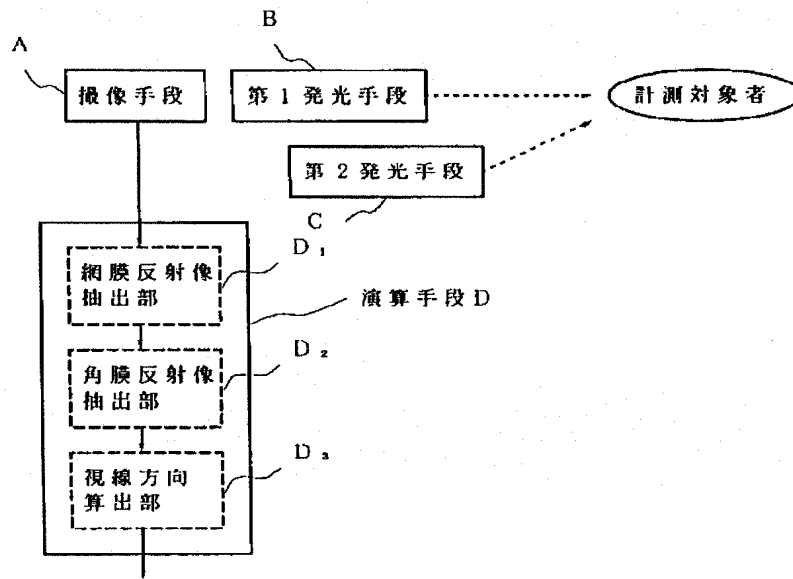
【図11】同上第1実施形態の目的地表示の変更動作を示す図

【図12】本発明の第2実施形態の全体構成を示す図

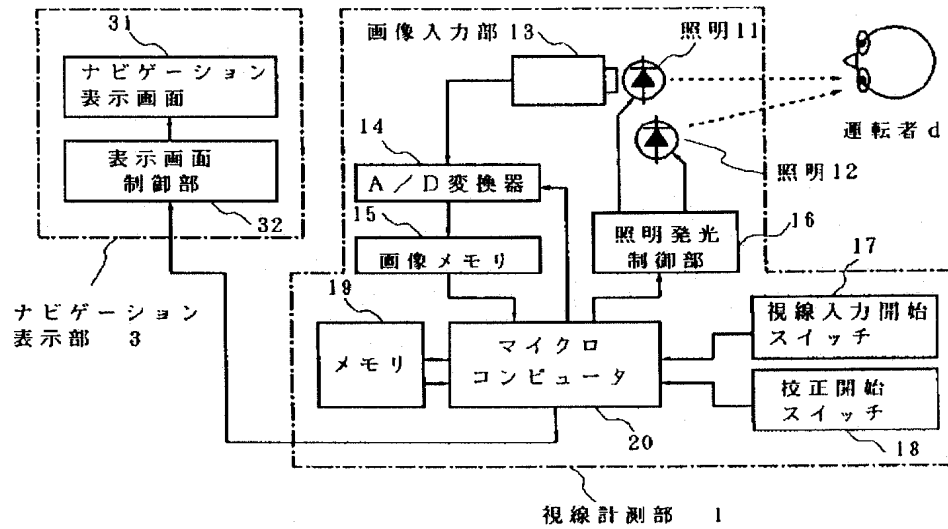
【符号の説明】

1	視線計測部
11	第1照明
12,12'	第2照明
13	画像入力部
14	A/D変換器
15	画像メモリ
16	照明発光制御部
17	視線入力開始スイッチ
18	校正開始スイッチ
19	メモリ
20	マイクロコンピュータ
3	ナビゲーション表示部
31	ナビゲーション表示画面
32	表示画面制御部
d	運転者

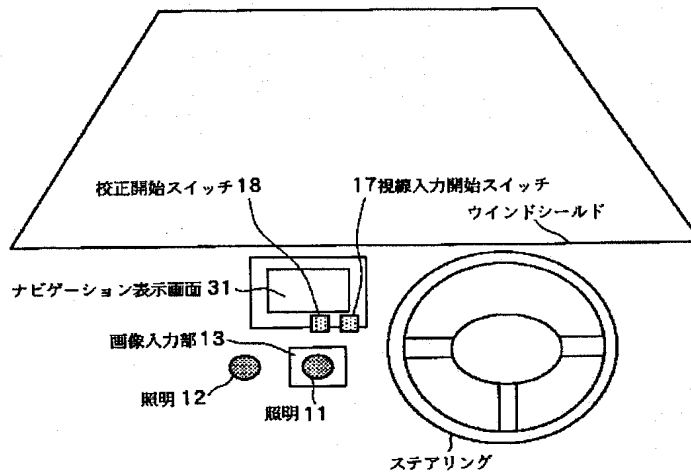
【図1】



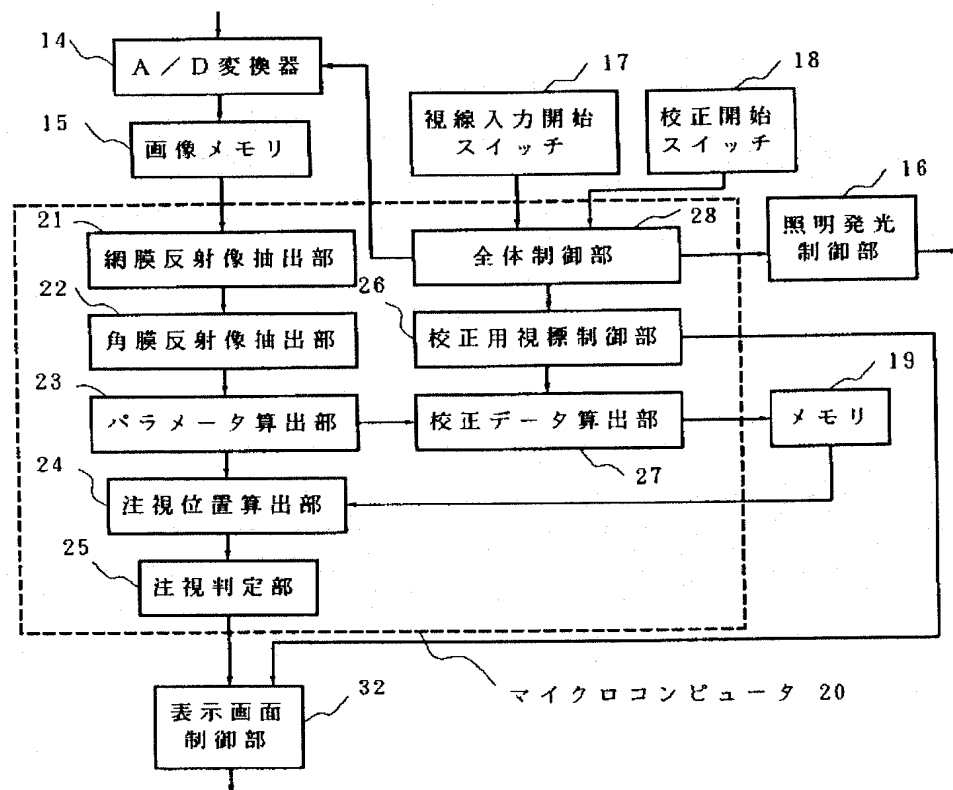
【図2】



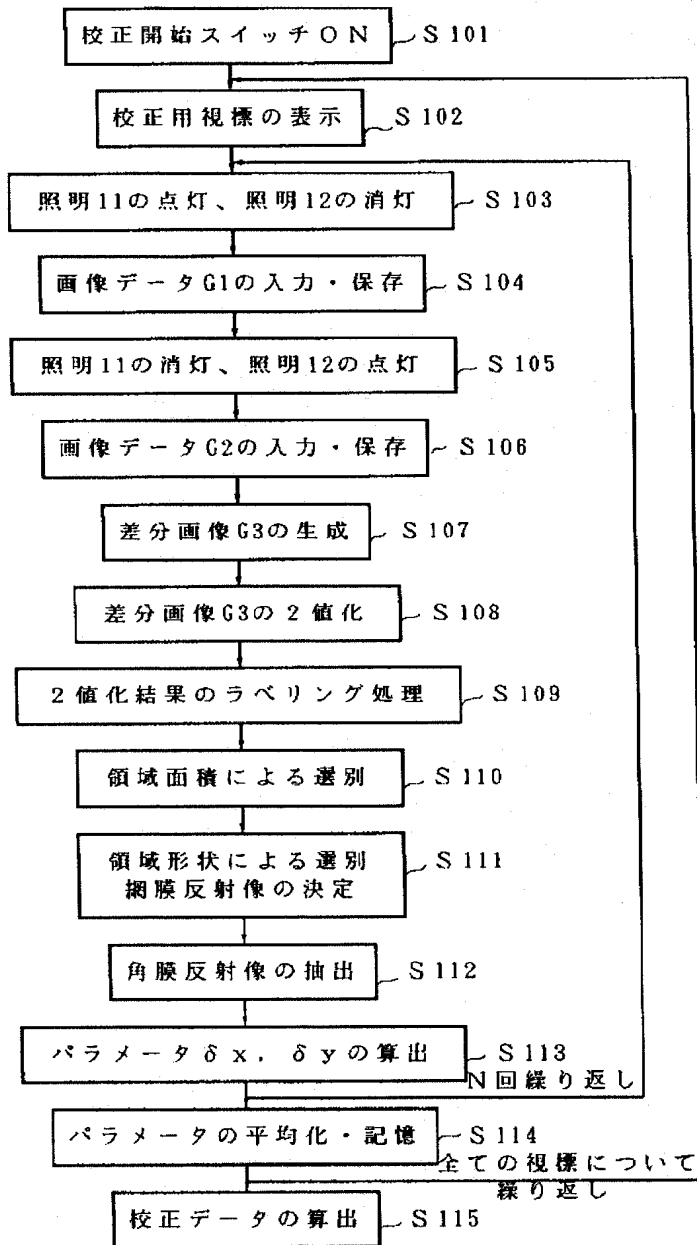
【図3】



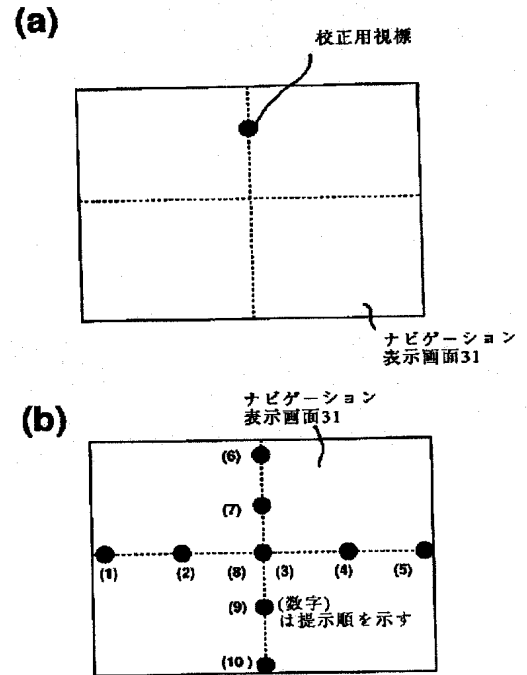
【図4】



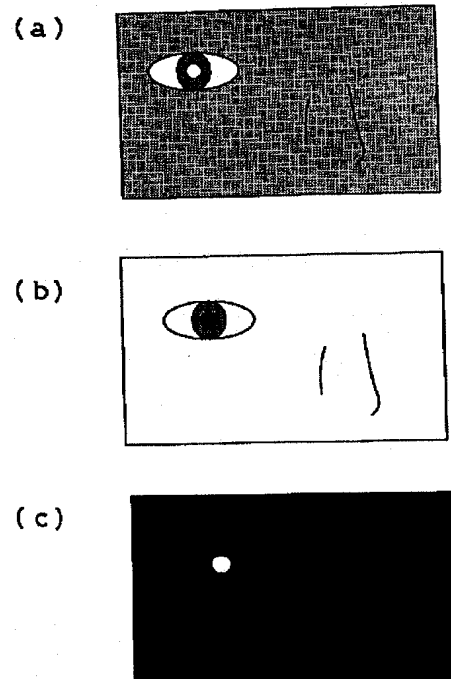
【図5】



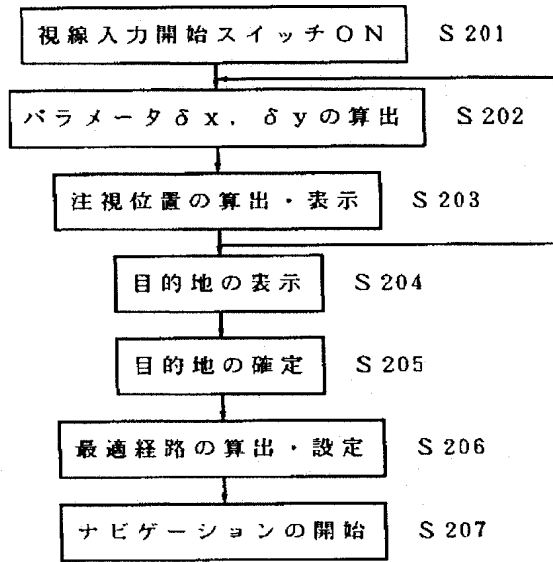
【図6】



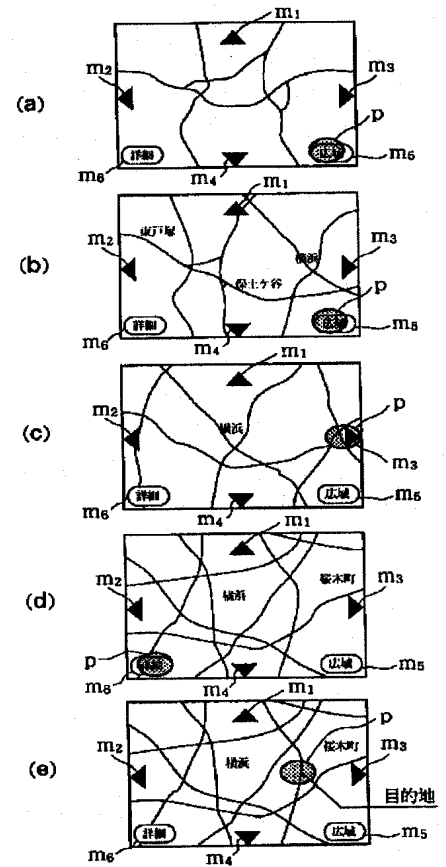
【図7】



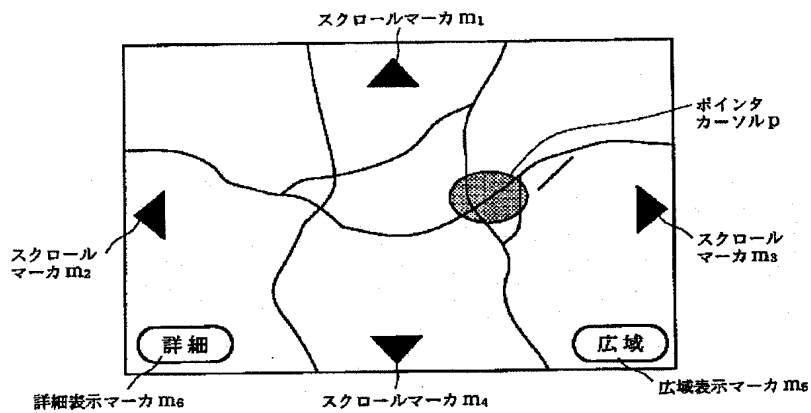
【図8】



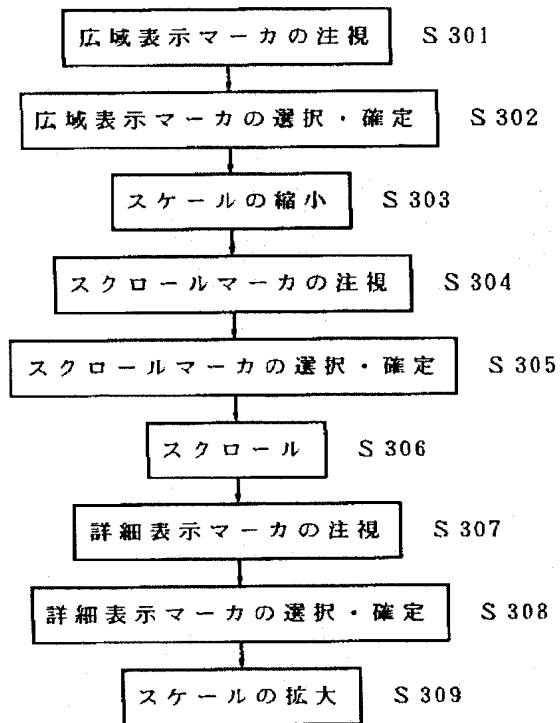
【図11】



【図9】



【図10】



【図12】

